

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-183597

(43)Date of publication of application : 21.07.1995

(51)Int.Cl. H01S 3/094  
 G02B 6/00  
 G02F 1/35  
 H01S 3/07  
 H01S 3/10

(21)Application number : 05-323870

(71)Applicant : SHIN ETSU CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 22.12.1993

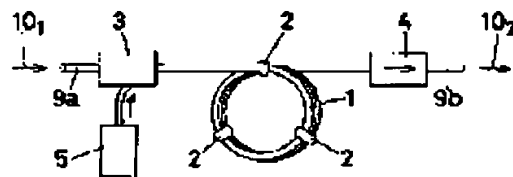
(72)Inventor : KAMIYA KAZUO  
TAKANO SHINICHI

## (54) OPTICAL FIBER LOOP FOR EXCITATION OF OPTICAL AMPLIFIER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an optical fiber loop for excitation of an optical amplifier which causes very little a microbending loss or a loss depending on a polarized light.

CONSTITUTION: In an optical amplifier amplifying a signal light 101 by a stimulated emission light obtained by making the signal light 101 and an excitation light enter an optical fiber 1 for excitation doped with a rare-earth element, an optical fiber loop for excitation is constructed in such a manner that the optical fiber 1 for excitation is wound in the shape of a loop in a free space, so as to form a bundle, and a part or the whole of the loop is bonded by a bonding agent 2 so that the bundle be fixed. Since the center of the optical fiber loop for excitation is located in the free space not containing a support such as a bobbin, no lateral pressure is applied to the optical fiber loop 1. By using this optical fiber loop for excitation, therefore, the optical amplifier which is free from a change in the state of a polarized light, causes very little a loss depending on the polarized light and has a stable amplification factor can be constructed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.10.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.06.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-183597

(43) 公開日 平成7年(1995)7月21日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/094				
G 0 2 B 6/00				
G 0 2 F 1/35	5 0 1			

H 0 1 S 3/094	S
G 0 2 B 6/00	E

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 4 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-323870

(22) 出願日 平成5年(1993)12月22日

(71) 出願人 000002060

信越化学工業株式会社

東京都千代田区大手町二丁目6番1号

(72) 発明者 神屋 和雄

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内

(72) 発明者 高野 伸一

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内

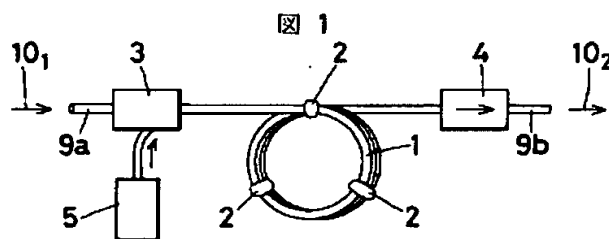
(74) 代理人 弁理士 小宮 良雄

## (54) 【発明の名称】 光増幅器の励起用光ファイバループ

## (57) 【要約】

【目的】 マイクロベンディングロスや偏光依存ロスの極めて小さな光増幅器の励起用光ファイバループを提供する。

【構成】 励起用光ファイバループは、希土類元素をドープした励起用光ファイバ1に信号光10<sub>1</sub>と励起光を入射させて得られる誘導放出光で信号光10<sub>1</sub>を増幅する光増幅器において、励起用光ファイバ1が自由空間でループ状に巻かれて束を形成し、ループの一部または全部が接着剤2で接着されて束が固定されている。励起用光ファイバループの中心にボビン等の支持体を含むことなく自由空間であるから、光ファイバループ1に対して側圧が加わることがない。そのためこの励起用光ファイバループを使用すると、偏光状態の変動もなく偏光に依存するロスが極めて小さな安定した増幅率の光増幅器を構成することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 希土類元素をドープした励起用光ファイバに信号光と励起光を入射させて得られる誘導放出光で前記信号光を増幅する光増幅器において、前記励起用光ファイバが自由空間でループ状に巻かれて束を形成し、ループの一部または全部が接着剤で接着されて束が固定されていることを特徴とする光増幅器の励起用光ファイバループ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光通信の分野において利用される光増幅器の励起用光ファイバループに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】光通信システムにおいて、長距離伝送によって減衰した光信号の増幅は、従来、光信号を一旦電気信号に変換して電氣的増幅をしたのち、再度光信号に変換する方法が実施されている。しかしながらこのような方法では、高速性が求められる大容量通信の中継には制限があるうえ、システムが複雑になるといった問題がある。最近では光通信を電気信号に変換することなく直接光信号を増幅することができる光増幅器が利用されつつある。光増幅器は、コア部にエルビウムなどの希土類元素をドープした励起用光ファイバに入射された励起光で活性元素が励起され、その誘導放出によりそこを通過する信号光を直接増幅するものである。

【0003】活性元素としてエルビウムをドープした励起用光ファイバを使用した光増幅器は1.55 $\mu$ m帯光通信用の光増幅に適しており、すでに実用化されつつある。また1.30 $\mu$ m帯光通信用の光増幅についてはネオジウムやプラセオジウムをドープした励起用光ファイバが注目されている。

【0004】光増幅器の主要構成部品としては、励起用光ファイバの他に、活性元素を励起するための励起光源、励起光源を駆動するための電源回路、励起光源からの励起光と信号光を励起用光ファイバに入射させるための光合波器、励起光あるいは信号光の反射光を除去するための光アイソレータなどがある。励起用光ファイバへの励起光の入射方向としては、信号光の希土類元素ドープ光ファイバへの入射側から励起する前方向励起、出射側から励起する後方向励起、入射側と出射側から励起する双方向励起があり、それぞれ光増幅器の使用目的に応じて使い分けることができる。

【0005】光増幅器に使用される希土類元素をドープした励起用光ファイバは、コア中の活性元素の濃度やファイバ構造によって長さが異なり、10cm未満のものから200cm以上のものまで種々採用されている。光増幅器全体をコンパクトなものにするために、リールに励起用光ファイバを巻きつけている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】シングルモードの光ファイバは、一般に小さな径に曲げた場合にはマクロベンディングロスといわれる伝送損失が発生する。曲率の大きいほど、すなわち曲げ直径が小さいほど伝送損失が大きくなる。光増幅器の励起用光ファイバとして使用される希土類元素ドープ光ファイバは、シングルモードの光ファイバであるため、曲げ径を一定値以下にはできないといった制限がある。さらに、最近では光通信システムを伝送する信号光の偏光状態によって信号光の強度が変動することが知られ、伝送特性の劣化の原因になることから、光デバイス、伝送路の偏光依存性に起因する損失を極力小さくすることが要求されてきた。

【0007】励起用光ファイバは、一般に、直径数cmのボビンあるいはリールに巻きつけられている。巻きつけの径は、励起用光ファイバのモードフィールド径とカットオフ波長といった光ファイバ特性によってマイクロベンディングロスの発生する限界値が異なる。それらの要素を加味して通常は、直径約45mm以上のポリプロピレン、ポリエチレンなどのプラスチック製リールに巻きつけられている。このようにリールあるいはボビンに巻きつけられた励起用光ファイバのループについて偏光に依存するロスを詳細に検討した。その結果、リール等の外周面から励起用光ファイバのループに対して側圧が加わって光ファイバが歪み、これが偏光状態を生じる原因の一つであることが見出された。この側圧は温度変動により変化することから、リールに巻きつけられ光ファイバは偏光に依存するロスも変動することになる。

【0008】本発明はこのような問題点を解決するためになされたもので、マイクロベンディングロスや偏光依存ロスの極めて小さな光増幅器の励起用光ファイバループを提供することを目的とするものである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するための本発明を適用する光増幅器の励起用光ファイバループは、実施例に対応する図1に示すように、希土類元素をドープした励起用光ファイバ1に信号光と励起光を入射させて得られる誘導放出光で前記信号光を増幅する光増幅器において、前記励起用光ファイバ1が自由空間でループ状に巻かれて束を形成し、ループの一部または全部が接着剤2で接着されて束が固定されている。

## 【0010】

【作用】光増幅器の励起用光ファイバループ1は、中心にボビン等の支持体を含むことなく、ループ状に巻かれた状態で接着剤2で束が固着されているので、中心から光ファイバループ1に対して側圧が加わることがない。そのため偏光状態の変動もなく偏光に依存するロスが極めて小さな光増幅器を構成することができる。

## 【0011】

【実施例】以下、本発明を適用する光増幅器の励起用光ファイバループの実施例を図面により詳細に説明する。

【0012】図1は本発明の実施例である励起用光ファイバループを使用し光増幅器とした全体の側面図である。この実施例では波長 $1.55\mu\text{m}$ の通信光を光増幅するための増幅器として構成されている。

【0013】この実施例の励起用光ファイバループ1は以下のようにして製造される。取り外し可能なつばを取り付けた外径 $60\text{mm}$ 、幅 $8\text{mm}$ テフロン製のリールを予め用意しておく。励起用光ファイバとして長さ $80\text{m}$ のエルビウムをコアの石英ガラスにドープしたファイバを、そのリールにほとんど張力のない状態で約 $400$ 回巻きつけた後、外周に紫外線硬化型シリコン変性エポキシ接着剤2を塗布し、紫外線を照射して硬化させた。硬化後、リールのつばを外してファイバを束の状態に取り出した。得られた光ファイバループ1は接着剤2で接着されて束が固定されている。光ファイバループ1の一端を光合波器3に融着接続し、もう一端を光アイソレータ4に接続する。光合波器3の入力側には通信用光ファイバ9aと励起光源5に繋る光ファイバが接続される。光アイソレータ4の出力には出射側の通信用光ファイバ9bが接続される。このようにして励起用光ファイバループ1により光増幅器が構成される。

【0014】図1に示した上記実施例の光増幅器で波長 $1.55\mu\text{m}$ の通信光 $10_1$ を通信用光ファイバ9aに入射させ、励起光源5から波長 $1.48\mu\text{m}$ の光を入射させて出射通信光 $10_2$ の強度を測定することで増幅利得を求めた。この際、信号光を変波コントローラ6(図2参照)によって偏波状態による出力光の変動を光量計7で測定した。増幅利得の変動は $0.1\text{dB}$ 以下であった。

【0015】さらに上記実施例の光増幅器で接着剤2で束が固定されている光ファイバループ1を、図2に示すように温度可変恒温槽8に収納し、 $-40^\circ\text{C}\sim 85^\circ\text{C}$ でのヒートサイクル試験をおこなった。増幅利得の変動は $0.5\text{dB}$ 以下であった。

【0016】比較のため、以下のようにして本発明を適

用外の励起用光ファイバループを使って比較例の光増幅器を試作し、その性能を評価した。

【0017】上記実施例と同じ特性の長さ $80\text{m}$ のエルビウムドープ石英ガラスファイバを外径 $60\text{mm}$ 、幅 $8\text{mm}$ のポリプロピレン製リールにほとんど張力のない状態で約 $400$ 回巻きつけた後、末端ファイバのみをリールに固定して実施例で使用した励起用光ファイバループ1の代りとした。励起用光ファイバループをこのように変更する以外は実施例と同じようにして、比較例の光増幅器を構成した。

【0018】比較例の光増幅器を前記実施例の場合と同様の条件で増幅利得を求めた。その結果、増幅利得の変動は $0.1\text{dB}$ 以下で実施例の場合と同じであった。さらに比較例の光増幅器の光ファイバループを温度可変恒温槽8に収納し、前記実施例の場合と同様の条件でヒートサイクル試験をおこなった。この比較例の増幅利得の変動は $3.2\text{dB}$ で、前記実施例の増幅利得の変動( $0.5\text{dB}$ 以下)に比し大幅に悪いものであった。

【0019】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように本発明の光増幅器の励起用光ファイバループは、自由空間でループ状を保っているため、側圧が加わることがなく、偏光依存性に起因する損失を生じことがない。したがって、この励起用光ファイバループを使用した光増幅器は極めて安定した増幅特性が得られることになる。

【図面の簡単な説明】

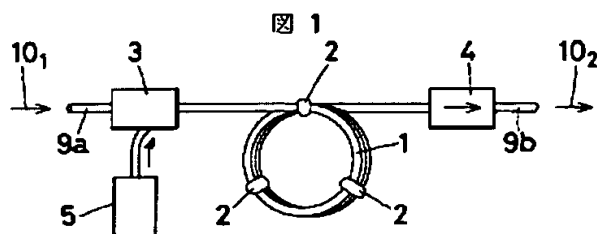
【図1】本発明を適用する励起用光ファイバループを使用し光増幅器とした実施例の全体の側面図である。

【図2】上記光増幅器の特性を測定するための構成図である。

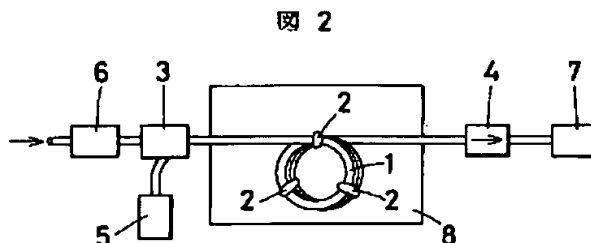
【符号の説明】

1は励起用光ファイバループ、2は接着剤、3は光合波器、4は光アイソレータ、5は励起光源、6は変波コントローラ、7は光量計、8は温度可変恒温槽、9a・9bは通信用光ファイバである。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/07

3/10

Z